

PN-ABG-495

El Cultivo de la Yuca en los Llanos Orientales de Colombia

Variedades y prácticas agronómicas



Serie Boletines Técnicos

Programa de Yuca

Número 1-



Centro Internacional de Agricultura Tropical

El CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical, es una institución de investigación y capacitación agrícolas, sin ánimo de lucro, dedicada a incrementar la producción de alimentos en las regiones tropicales en desarrollo. El CIAT es uno de los 13 centros internacionales de investigación agrícola bajo los auspicios del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCIAI).

El presupuesto básico del CIAT es financiado por un grupo de donantes. En 1987 tales donantes son: Bélgica, Canadá, España, Estados Unidos de América, Francia, Holanda, Italia, Japón, Noruega, el Reino Unido, la República Federal de Alemania, la República Popular de China, Suecia y Suiza. Las siguientes organizaciones son también donantes del CIAT en 1987: el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Internacional para Reconstrucción y Fomento (BIRF), el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), la Comunidad Económica Europea (CEE), el Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA), la Fundación Ford, la Fundación Rockefeller, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan, necesariamente, el punto de vista de las entidades mencionadas anteriormente.

El Cultivo de la Yuca en los Llanos Orientales de Colombia

Variedades y prácticas agronómicas

Reinhardt H. Howeler
Dario Ballesteros

Serie Boletines Técnicos

Programa de Yuca

Número 1

Centro Internacional de Agricultura Tropical
Apartado 6713
Cali, Colombia

ISSN 0120-5943

Julio 1987

Tirada: 1000 ejemplares

Impreso en Colombia

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1987. El cultivo de la yuca en los Llanos Orientales de Colombia; variedades y prácticas agronómicas. Reinhardt H. Howeler y Darío Ballesteros. Cali, Colombia. 30 p. ilus. Serie Boletines Técnicos. Programa de Yuca, no. 1.

1. Yuca—Siembra. 2. Yuca—Fertilización. 3. Yuca—Cosecha. 4. Yuca—Costo de producción. 5. Yuca—Colombia—Llanos Orientales. I. Howeler R. H. II. Ballesteros, Darío. III. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

R. H. Howeler, Ph.D., Científico de Suelos, fue jefe de la sección de Suelos y Nutrición de Plantas del Programa de Yuca del CIAT y actualmente pertenece a la Oficina Regional del CIAT para Asia, en Tailandia; Darío Ballesteros, Ing. Agr., es asistente de investigación del mismo Programa de Yuca, en el CIAT, Cali, Colombia.

Contenido

	pág.
Introducción	1
Selección de variedades	5
Selección y preparación de la 'semilla' (estacas)	8
Preparación del suelo	12
Enclamiento y fertilización	14
Epoca de siembra	19
Distancias de siembra	19
Método de siembra	21
Control de malezas	21
Control de plagas	22
Control de enfermedades	24
Cosecha	25
Utilización de la yuca	25
Costos de producción	27
Referencias	29

Introducción

En los trópicos, la yuca ocupa el cuarto lugar en importancia como fuente energética y es un alimento básico para más de 500 millones de personas (Toro y Atíe, 1982). En 1984, la producción mundial de yuca alcanzó los 129 millones de toneladas distribuidos así: 39% en África, 39% en Asia y 21% en América tropical. Los mayores productores son Brasil, Tailandia, Zaire, Indonesia, Nigeria e India. El rendimiento promedio es de 9.1 t/ha en el mundo, y de 10.0 t/ha en Colombia (FAO, 1984).

La yuca se adapta bien a los suelos ácidos e infértiles y tolera períodos largos sin lluvia. Por tanto, siempre ha sido considerada un cultivo de subsistencia, y de supervivencia durante épocas prolongadas de sequía, en varias regiones del mundo. No obstante, las investigaciones científicas recientes han comprobado que, bien manejado, es uno de los cultivos más eficientes en la producción de calorías. Bajo condiciones experimentales se han obtenido rendimientos de raíces frescas de 70 a 85 t/ha al año, que corresponden a una producción de materia seca de 25 a 30 t/ha al año.

Se ha encontrado también que las raíces y el follaje de la yuca tienen múltiples usos, tanto en la alimentación humana y animal como en la industria. Por ejemplo, el secamiento al sol de trozos de yuca sobre pisos de concreto para la industria de alimentos balanceados para animales ha abierto un mercado nuevo y muy importante. La yuca seca es mucho menos perecedera, es más fácil de transportar y almacenar, y puede reemplazar buena parte de las importaciones de sorgo y maíz, con grandes beneficios económicos y sociales. Además, las nuevas técnicas de preservación de raíces frescas disminuirán, se espera, los altos costos y los riesgos del mercadeo de la yuca, resultado que estimulará el consumo de este alimento tradicional, especialmente en las áreas urbanas. La yuca es, en suma, un cultivo de varia-

das perspectivas que poco a poco se extenderá a regiones del país donde los suelos y el clima le sean propicios.

Los suelos de los Llanos Orientales han evolucionado a partir de sedimentos transportados desde la Cordillera Oriental. Por la alta temperatura y la abundante precipitación, estos sedimentos sufrieron posteriormente una meteorización muy intensa que dio lugar al predominio de arcillas de tipo 1:1 como la caolinita. El Cuadro 1 muestra las características de algunos suelos del piedemonte y de la altillanura plana, dos subregiones de los Llanos Orientales donde se han realizado ensayos con yuca. En el piedemonte los suelos son muy variados aunque de mayor fertilidad, en general, que los de la altillanura plana al sur del río Meta (el 'llano adentro'). En la altillanura plana la fertilidad del suelo es bastante uniforme: su contenido de materia orgánica es relativamente alto pero los niveles de calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) son muy bajos y la saturación de aluminio (Al) es alta. El nivel de fósforo (P) total es relativamente bajo, y el de P disponible para la planta también es muy bajo a causa de la fuerte fijación de este elemento por los óxidos e hidróxidos de hierro (Fe) y de Al. Los niveles de azufre (S) y de los elementos menores son muy bajos, con excepción del Fe.

El clima de los Llanos Orientales se caracteriza por un invierno intenso desde abril hasta noviembre y un verano muy seco desde diciembre hasta marzo. La precipitación anual varía desde 4000 mm, en el sur del piedemonte, hasta 2000 mm, en el noreste de Vichada. En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA) de Carimagua, localizado en el departamento de Meta cerca a sus límites con Vichada y Casanare, la precipitación total anual es de 2300 mm, en promedio, con una humedad relativa de 80% en la época de lluvias y de 50-60% en la época seca. La temperatura promedio es de 26°C, con una mínima de 20°C y una máxima de 33°C.

Desde el año 1971, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Instituto Colombiano Agrope-

Cuadro 1. Características de algunos suelos donde se ha sembrado yuca en los Llanos Orientales.

Localización	M.O. (%)	pH	P (ppm)	Cationes intercambiables (meq/100 g)				Sat. Al (%)	Textura
				Al	Ca	Mg	K		
Piedemonte									
Holanda (Granada)	2.1	5.4	59.5	0.1	0.81	0.20	0.18	8	Franco-arcillolimosa
Iraca (San Martín)	4.3	4.2	6.7	3.3	1.30	0.16	0.27	66	
Planada (San Martín)	5.5	4.2	6.7	4.3	0.23	0.15	0.17	89	Arcillosa
Acacias	2.9	4.5	174.0	3.3	0.94	0.20	0.16	72	Arcillosa
Apiay (Villavicencio)	4.5	4.5	2.3	4.2	0.31	0.11	0.17	88	
La Libertad (Villavicencio)	3.3	4.4	14.5	3.6	0.64	0.12	0.12	80	
Altiplanura									
La Esmeralda (Pto. López)	4.5	5.1	2.4	3.4	0.21	0.11	0.09	89	Arcillosa
Las Leonas (Pto. López)	3.7	4.1	2.0	3.6	0.75	0.28	0.11	76	Arcillosa
Chaviva (Pto. López)	3.5	4.4	2.1	2.8	0.31	0.14	0.11	83	Arcillosa
Las Brisas (Pto. Gaitán)	0.8	4.6	2.3	0.6	0.16	0.07	0.05	68	Francoarenosa
Campo de Agronomía (Carimagua)	3.4	4.1	1.3	3.6	0.22	0.11	0.07	90	Francoarcillosa
Reserva (Carimagua)	2.8	4.1	1.4	3.1	0.37	0.17	0.08	83	Francoarcillosa
Yopare (Carimagua)	3.3	4.2	0.9	3.1	0.43	0.16	0.06	83	Francoarcillosa
Alegría (Carimagua)	1.9	4.3	1.3	1.3	0.20	0.08	0.04	80	Arcilloarenosa

Sat. Al = saturación de aluminio; Pto. = puerto.

cuario (ICA) han hecho investigaciones en el CNIA de Carimagua sobre el cultivo de la yuca, buscando variedades y prácticas agronómicas que aseguren la productividad óptima del cultivo en esa región. Inicialmente se pensó que la acidez y la baja fertilidad del suelo eran las limitaciones más serias para la producción de yuca en los Llanos, pero los conocimientos adquiridos en los ensayos de los años siguientes revelaron que las enfermedades, las plagas y la época larga de verano eran obstáculos más difíciles de superar.

Partiendo de las experiencias obtenidas en los cultivos de yuca tanto de la altillanura plana (Howeler et al., 1982) como, más recientemente, del piedemonte, se hacen en este boletín algunas recomendaciones sobre variedades de yuca y sobre las prácticas culturales empleadas para producir esta raíz alimenticia en los Llanos Orientales de Colombia (Figura 1).



Figura 1. *Las variedades de yuca adaptadas a las condiciones ambientales de los Llanos orientales, y 'sembradas' con prácticas agronómicas adecuadas, exhiben un vigor notable y producen rendimientos altos.*

Selección de variedades

Durante los meses de invierno, cuando la precipitación es muy alta, la humedad relativa es alta y la variación diurna de temperaturas es grande, las condiciones ambientales son muy favorables para el desarrollo de enfermedades de las plantas. En estas condiciones, la yuca es muy susceptible al ataque de las bacterias (*Xanthomonas campestris*), al superalargamiento (*Sphaeloma manihoticola*) y a la antracnosis (*Colletotrichum* spp.). Estas enfermedades pueden reducir drásticamente el rendimiento de un cultivo y aun eliminarlo si la variedad es susceptible. Otras enfermedades como la mancha parda (*Cercosporidium henningsii*), el añublo pardo fungoso (*Cercospora viçosae*), y la mancha blanca (*Phaeoramularia manihotis*) se desarrollan también en esas condiciones causando una severa defoliación y una notable reducción del rendimiento. Aunque estas enfermedades son endémicas en toda la región, el nivel de inóculo es bastante bajo y no presentan problemas serios en el primer año de cultivo. Sin embargo, si se repite la 'siembra' de variedades susceptibles de yuca y si aumenta la superficie cultivada, también aumentará la intensidad de tales enfermedades y plagas, y disminuirá seriamente la producción. No existe un control químico económico para estas enfermedades; el mejor control es plantar variedades con alta resistencia a ellas (Figura 2).

Durante diez años se ha seleccionado germoplasma, y se han hecho cruzamientos y evaluaciones de híbridos y variedades; el resultado es la obtención de algunos materiales de yuca con alta resistencia a las enfermedades y alto potencial de producción. El Cuadro 2 muestra los rendimientos obtenidos en cinco pruebas regionales. Es claro que el rendimiento es más alto en los suelos relativamente fértiles del piedemonte y mucho más bajo en el llano adentro. En general, las variedades más rendidoras en el piedemonte lo son también en el llano adentro; sin embargo, hay variedades de resistencia baja e intermedia a enfermedades y plagas, como la Chiroza Gallinaza



Figura 2. Miles de variedades de yuca han sido evaluadas en Carimagua por su adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la región llanera, pero sólo unas pocas poseen tolerancia a las enfermedades del cultivo (bacteriosis, superalargamiento, antracnosis, añublo pardo, manchas foliares) como lo demuestra la variedad que crece al lado derecho en este lote experimental.

Cuadro 2. Rendimientos de la yuca sembrada en pruebas regionales en cinco lugares de los Llanos Orientales, 1985-1986.

Variedad o híbrido	Rendimiento (t/ha, raíces frescas) en:					
	Piedemonte		Altillanura			
	San Martín	Apiay	Pto. López	Pto. Gaitán	Carimagua	Promedio
Llanera	25.2	11.1	7.9	9.6	7.7	12.3
CMC 40	29.8	14.0	8.5	12.3	13.3	15.6
M Col 1684	31.8	19.4	15.5	15.7	11.2	18.7
M Ven 77	29.4	23.4	12.8	12.2	18.8	19.3
CM 507-37	43.2	32.6	23.3	22.7	18.4	28.0
CM 523-7	44.0	24.2	19.9	23.4	16.7	25.6
CM 996-6	33.2	19.6	18.3	17.8	19.2	21.6
CM 1335-4	24.3	24.5	15.0	18.8	16.1	19.7
CM 2086-16	37.0	18.1	16.0	19.2	14.1	20.9
CM 2088-1	26.6	17.2	17.7	18.7	18.7	19.8
SG 104-164	38.5	29.7	22.6	20.6	15.6	25.4
SG 104-284	30.0	16.7	17.9	18.4	24.1	21.4
SG 107-35	29.3	20.5	18.4	16.2	18.9	20.7
Promedio	32.5	20.8	16.4	17.3	16.4	20.7

y la Chiroza Llanera, que son productivas en el piedemonte pero no en la altillanura.

La selección de variedades no se basa solamente en su rendimiento sino además en el uso que se dará a sus raíces. En general, se prefieren variedades con alto contenido de materia seca si se desea producir almidón de yuca o secar las raíces; si la yuca, en cambio, se destina al consumo humano, su contenido de ácido cianhídrico (HCN) debe ser bajo o, cuando más, intermedio. El Cuadro 3 describe en términos generales las características más importantes de las variedades recomendadas en este boletín. Para consumo humano, la Chiroza Gallinaza es de mejor calidad; la CM 523-7 es también de muy buena calidad, su contenido de materia seca es muy alto y su productividad muy alta. Para fines industriales se recomiendan la CM 507-37 y la SG 104-164 por su alta productividad y porque su rendimiento es estable.

Cuadro 3. Germoplasma de yuca recomendado (variedades o híbridos) para los Llanos Orientales.

Variedad o híbrido	Características ^a		
	Productividad	Contenido de:	
		Materia seca	HCN
CM 507-37	muy alta	intermedio	muy alto
CM 523-7	muy alta	muy alto	intermedio
SG 104-164	muy alta	muy alto	alto
SG 104-284	alta	alto	alto
CM 996 6	alta	bajo	alto
CM 2086-16	alta	muy alto	intermedio
SG 107-35	alta	muy alto	intermedio
SM 301-3	alta	alto	muy alto
CM 2088-1	intermedia	intermedio	intermedio
CM 1335-4	intermedia	muy alto	intermedio
M Ven 77	intermedia	intermedio	intermedio
Chiroza Gallinaza	intermedia	alto	bajo
Chiroza Llanera	intermedia	muy alto	intermedio
M Col 1684	intermedia	intermedio	muy alto

a. Las variedades cuyo nivel de HCN es alto o muy alto no son aptas para consumo humano.

La descripción detallada de las variedades del Cuadro 3 se encuentra en la publicación *Germoplasma elite de yuca del CIAT* (CIAT, 1983). Las estacas de las variedades aquí recomendadas se pueden conseguir, en pequeña cantidad, en el ICA o en el CIAT.

Selección y preparación de la 'semilla' (estacas)

Elegir material de plantación o 'siembra' sano y de buen tamaño es una de las prácticas culturales más importantes para la producción de yuca. Para obtener un buen material de siembra se seleccionan plantas madre sanas, fuertes y de alta productividad (se observa la producción de raíces de cada planta cosechada), y se cortan sus tallos primarios y secundarios gruesos; la planta debe tener entre 8 y 18 meses de edad.

No es recomendable cortar estacas de plantas que se hallan en proceso de 'rebrotamiento' al comienzo de la época de lluvias, después de un largo período de verano; estas estacas tienen poco almidón y pueden presentar dificultades en su 'germinación' o 'brotación'. Si estas plantas son las únicas disponibles, se sugiere esperar un mes antes de cortarlas o hasta que ellas empiecen a perder sus hojas de nuevo. Como alternativa, se cortan estacas largas cuando caigan las primeras lluvias, se guardan en posición vertical en un sitio fresco y a la sombra y, cuando haya suficiente humedad en el suelo, se cortan en estacas de 20 cm y se siembran.

Para obtener 'semilla' (estacas) de óptima calidad se recomienda sembrar una décima parte del área total del cultivo con plantas destinadas específicamente a la producción de semilla; a este lote se le da mejor manejo, es decir, se fertiliza más, se controlan mejor en él las malezas y los insectos, y se arranca de allí cualquier planta fenotípicamente diferente o que esté atacada por enfermedades o plagas.

¿Cómo se preparan las estacas? Cortadas las varas largas de tallo, se dividen en estacas de 20 cm de largo con cinco nudos cada una, como mínimo. La médula de la estaca debe ocupar, en un corte trasversal de la estaca, un área circular equivalente a $1/4$, más o menos, del área total del corte (Figura 3). Los cortes se hacen con un machete bien afilado, y en ángulo recto para obtener en la planta la mejor distribución de las raíces gruesas. Se deben descartar las estacas delgadas, con pocos nudos, con daños mecánicos, o con síntomas de enfermedades o plagas.

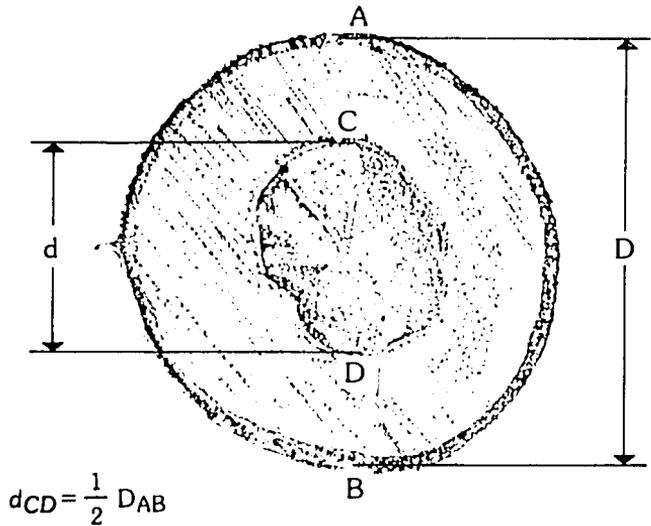


Figura 3. En el corte trasversal de una estaca de yuca para 'siembra', el diámetro de la médula de la estaca (d) debe ser igual, aproximadamente, a la mitad del diámetro total de la estaca (D).

Las estacas seleccionadas se ensacan en costales de fique y se tratan con una solución de fungicidas, insecticidas y sulfato de zinc, en un tambor de 55 galones. El Cuadro 4 presenta tres mezclas recomendables: la primera es la más económica pero la segunda es más eficaz. En la segunda mezcla es muy importante preparar primero el malatión y agregar a esa solución los fungicidas; si se prepara en el orden inverso, la mezcla puede afectar

Cuadro 4. Tres mezclas recomendadas para tratar las estacas de yuca antes de su 'siembra'.

Mezcla*	Cantidad	Costo (\$/100 litros)
A Dithane M 45 (mancozeb)	3 g/litro	
Vitigran 35% (oxicloruro de cobre)	2 g/litro	
Malathion CE 57% (malatión)	1.5 cc/litro	
Sulfato de zinc	20 g/litro	\$ 449
B Malathion CE 57% (malatión)	1.5 cc/litro	
Bavistin PM 50% (carbendazim)	6 g/litro	
Orthocide PM 50% (captán)	6 g/litro	
Sulfato de zinc	20 g/litro	\$ 2.475
C Orthocide PM 50% (captán)	6 g/litro	
Bavistin PM 50% (carbendazim)	6 g/litro	
Aldrex 2.5% (aldrín)	1 g/litro	
Sulfato de zinc	20 g/litro	\$ 2.381

* Es importante preparar los productos en el orden indicado. (CE = concentrado emulsionable; PM = polvo mojable; g = gramo; cc = centímetro cúbico o mililitro.)

seriamente la brotación de las estacas. Para evitar este resultado adverso, en la tercera mezcla se ha remplazado el malatión por aldrín. A todas las mezclas se agrega sulfato de zinc para suministrar zinc a la planta en su estado inicial de desarrollo, cuando es muy susceptible a la deficiencia de este elemento menor.

El costal con estacas se sumerge en la mezcla bien preparada durante 10 a 15 minutos; después se deja escurrir, y las estacas se colocan a la sombra para secarlas antes de empacarlas para su transporte al campo.

Las estacas se deben sembrar lo más pronto posible sin que pasen más de 15 días después de tratarlas en la solución protectora. Si la siembra ocurre dos o tres días después del tratamiento, no hay necesidad de secarlas (Figura 4).



Figura 4. *Estacas de yuca bien seleccionadas y químicamente tratadas antes de la siembra dan origen a plantas sanas y vigorosas (al frente, derecha). Muchas plantas no 'germinaron' en la parcela de la izquierda porque allí se plantaron estacas de mala calidad.*

El Cuadro 5 presenta los resultados de un ensayo sobre la calidad de las estacas de yuca obtenidas en Carimagua y el manejo que se les da. Las estacas producidas en los suelos fértiles de Palmira dan origen a cultivos de rendimiento alto; no obstante, el mismo rendimiento se puede obtener con estacas producidas en los Llanos Orientales, si se les da un buen manejo que comprenda la fertilización adecuada de las plantas madre y la selección y el tratamiento químico de las estacas. Cuando fue necesario almacenar las estacas, se cortaron varas largas y se colocaron a la sombra en posición vertical.

Cuadro 5. Efecto de la calidad de las estacas de yuca (variedad M Ven 77) y del manejo que reciben, en el rendimiento del cultivo a que dan origen, en Carimagua.

Tratamientos* y manejo de las estacas	Rendimiento de yuca (t/ha)
1 Estacas de Carimagua producidas sin fertilización de K	13.9
2 Estacas de Carimagua producidas con fertilización de K	20.1
3 Estacas de Carimagua sin tratamiento químico	18.7
4 Estacas de Carimagua guardadas como vara larga, a la sombra, durante 24 días, antes de 'sembrarlas'	19.6
5 Estacas de Carimagua guardadas como estacas cortas, a la sombra, durante 24 días, antes de 'sembrarlas'	8.6
6 Estacas procedentes de CIAT-Palmira	19.2

* Las estacas se trataron con la mezcla (Orthocide + Bavistin + Aldrex) en todos los tratamientos, excepto en el no. 3.

Preparación del suelo

Por su lento establecimiento, la yuca es un cultivo que puede causar mucha erosión del suelo. Por tanto, se recomienda sembrarlo únicamente en áreas planas, o en las onduladas cuyas pendientes sean inferiores al 15%. Si el suelo es pesado o compacto, requiere una buena preparación que lo afloje y facilite así el buen desarrollo de las raíces de la yuca. El Cuadro 6 muestra los resultados de un ensayo sobre la preparación de un suelo francoarcilloso de Carimagua; los datos indican que la preparación adecuada de este suelo es muy importante para que el cultivo de yuca logre altos rendimientos. En potreros establecidos o en la sabana natural se reco-

Cuadro 6. Efecto de diferentes métodos de preparación del suelo en el rendimiento de yuca, en un suelo francoarcilloso de Carimagua.

Preparación del suelo	Rendimiento* (t/ha)
• Rastrillo + arado + rastrillo + caballonadora	17.3
• Rastrillo + caballonadora	16.4
• Cosechadora de yuca + caballonadora	16.7
• Cosechadora de yuca	15.3
• Cinceles cada 40 cm	12.9
• Rastrillo	12.0
• Franjas de 1 m preparadas con cinceles, alternando con franjas de 1 m sin preparar	10.3
• Sin preparación; siembra con barretón	6.9

* Rendimiento promedio de raíces frescas de cuatro variedades.

miendan las siguientes operaciones: primero rastrillar, luego arar, rastrillar de nuevo, y por último hacer caballones de 30 cm de alto que estén separados uno de otro de 80 a 100 cm. Los caballones ayudan a drenar el campo después de una lluvia fuerte, y se evita así la pudrición de las raíces de la yuca sembrada en la cima del caballón.

La preparación de suelos ya cultivados se reduce a rastrillar y caballonar. Si el terreno estaba anteriormente plantado con yuca y ésta se recolectó con máquina cosechadora, el suelo queda ya preparado para la próxima siembra. La cosechadora deja el suelo con terrones ('terronudo'), efecto que favorece la siembra de yuca y hace al suelo menos propenso a la erosión. No se debe sobrepreparar o pulverizar el suelo.

Si el suelo es arenoso o contiene mucha materia orgánica, se emplean para aflojarlo solamente el rastrillo o los cinceles. Si el suelo es suelto y posee una buena capa orgánica, no necesita preparación para la siembra de la yuca; en estas condiciones el rendimiento del cultivo es alto y el suelo queda protegido contra la erosión.

En áreas onduladas (5 a 15% de pendiente) se recomienda arar y rastrillar siguiendo las curvas de nivel y

dejando franjas sin preparar cada 10 a 15 m como defensa contra la erosión. En estas franjas se pueden mantener los pastos nativos o se siembra *Brachiaria decumbens* o pastos de corte como el pasto imperial (*Axonopus scoparius*). El pasto de corte necesita una buena fertilización para su establecimiento y cortes frecuentes para evitar que compita con la yuca. El pasto cortado se puede extender sobre el suelo del cultivo de yuca como una cubierta protectora ('mulch') que protegerá el suelo del impacto de la lluvia, controlará las malezas, y mantendrá una temperatura y una humedad estables en el suelo.

Encalamiento y fertilización

Por la tolerancia de la yuca a los niveles altos de Al en el suelo y a la acidez de éste, no es necesario aplicar mucha cal a este cultivo. En realidad, el sobreencalamiento puede inducir deficiencias de elementos menores, especialmente de zinc, y reducir los rendimientos. Solamente si el suelo tiene más de un 60% de saturación de Al, expresada como $[\text{meq Al}/\text{meq}(\text{Al}+\text{Ca}+\text{Mg}+\text{K})] \times 100$, se recomienda aplicar a voleo 500 kg/ha de cal, preferiblemente cal dolomítica, e incorporarla al hacer la última rastrillada.

La mayor parte de los suelos de los Llanos Orientales tienen un contenido muy bajo de P disponible. Es éste, por lo tanto, el elemento más limitante de casi todos los cultivos de esa región, incluyendo la yuca. Sin embargo, las raíces de la yuca no extraen del suelo cantidades grandes de P cuando son cosechadas; además, por su asociación con las micorrizas nativas del suelo, la yuca es un cultivo muy eficiente en la absorción del P. Por consiguiente, aplicando a voleo de 150 a 200 kg/ha de P_2O_5 , ya sea como Escorias Thomas o como roca fosfórica, se puede aumentar inicialmente el contenido de P en el suelo; después se hacen aplicaciones anuales de P, en dosis de 100 kg/ha de P_2O_5 , hasta que el suelo contenga al menos de 6 a 8 ppm de P disponible. La aplicación del P

de fuentes solubles como el superfosfato triple, el fosfato diamónico (DAP) o los abonos compuestos, en bandas cortas al lado de la estaca de yuca, favorece el crecimiento del cultivo sin estimular las malezas.

La yuca extrae grandes cantidades de K del suelo. Es por tanto necesario aplicar suficiente K al suelo para evitar que este elemento se agote. Se recomienda aplicar de 80 a 100 kg/ha de K_2O en cada siembra para reponer los 4 kg de K que la yuca extrae por cada tonelada de raíces frescas que se cosechen. Esta aplicación mantiene un nivel de K intercambiable por encima de 0.15 meq/100 g de suelo.

La yuca también absorbe del suelo cantidades elevadas de N que, en su mayor parte, retorna al suelo en las hojas que caen y en los tallos y hojas que se incorporan al terreno después de la cosecha. Por ello, generalmente hay menor respuesta al N que al P y al K. Sin embargo, para obtener rendimientos altos se recomienda aplicar de 50 a 100 kg/ha de N como urea, DAP, o abonos compuestos; la mitad se aplica al momento de la siembra y la otra mitad a los tres meses o después de la época seca, en bandas cortas de 20 cm al lado de cada estaca y cubriendo el abono con suelo.

Para evitar posibles deficiencias de Mg, de S y de Zn, se recomienda aplicar los siguientes abonos: 50 kg/ha de Mg —ya sea como cal dolomítica (en tal caso, unos 500 kg/ha) o como óxido de magnesio; 20 kg/ha de S como azufre elemental; y 10 kg/ha de Zn como sulfato de zinc. Las fuentes de Mg y de S deben incorporarse al suelo, mientras que el sulfato de Zn es más efectivo si se aplica en bandas cortas (Figura 5).

La Figura 6 indica que la yuca respondió notablemente a la aplicación de abono en tres suelos de los Llanos Orientales; en los suelos más fértiles del piedemonte, sin embargo, esa respuesta fue menor que en los suelos más pobres del llano adentro. Se debe, por tanto, ajustar la fertilización del cultivo a la fertilidad del suelo. El Cuadro 7 trae ejemplos de alternativas de fertilización y sus costos para la altillanura plana.



Figura 5. *Muchos suelos de los Llanos Orientales son deficientes en magnesio; si la yuca se siembra en ellos, manifiesta los síntomas típicos de deficiencia de este elemento (ver hojas inferiores).*

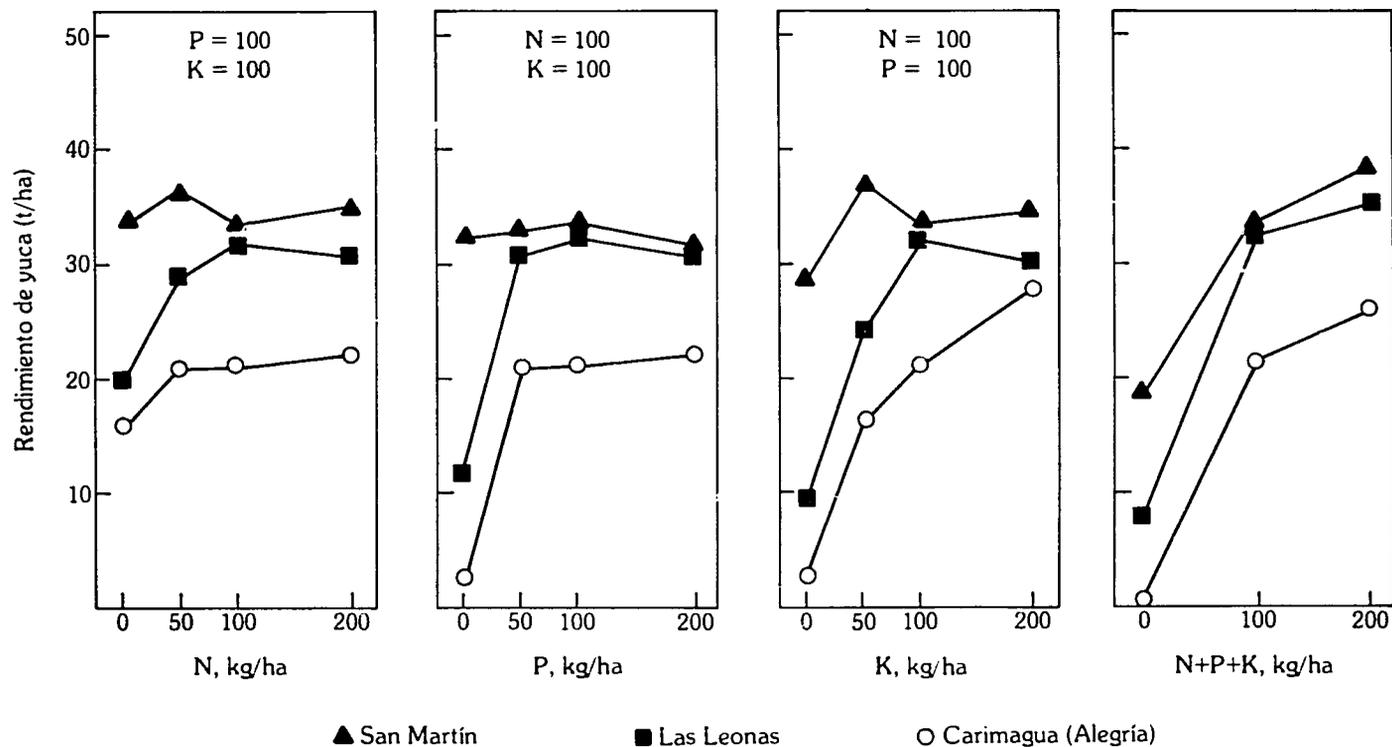


Figura 6. Respuesta de la yuca a la aplicación de N, P y K en tres suelos de los Llanos Orientales (1 kg N = 2.17 kg urea; 1 kg P = 2.29 kg P_2O_5 ; 1 kg K = 1.20 kg K_2O).

Cuadro 7. Alternativas de encalamiento y fertilización para el cultivo de yuca en los suelos de la altillanura plana de los Llanos Orientales*.

Recomendación	Alternativas	Costo (\$)
A En suelos con más de 60% de saturación de Al se recomienda aplicar aproximadamente 100 kg/ha de Ca y 50 kg/ha de Mg.	Hay dos alternativas:	
	a) 500 kg/ha de cal dolomítica. b) 500 kg/ha de cal agrícola, mezclada con 50 kg/ha de óxido de magnesio. Estas enmiendas se aplican a voleo y se incorporan.	4.870 5.238
B Además, se recomienda aplicar aproximadamente 80 kg/ha de N, 100 kg/ha de P ₂ O ₅ y 100 kg/ha de K ₂ O.	Hay cuatro alternativas:	
	a) 600 kg/ha de 15-15-15, aplicado a la siembra.	28.800
	b) 500 kg/ha de 10-20-20 a la siembra, más 30 kg/ha de N como urea 3 meses después.	27.573
	c) 300 kg/ha de 10-30-10 a la siembra, más 50 kg/ha de N como urea y 70 kg/ha de K ₂ O como KCl 3 meses después.	25.039
	d) 200 kg/ha de fosfato diamónico (DAP) a la siembra, más 44 kg/ha de N como urea 3 meses después; y 100 kg/ha de K ₂ O como KCl, la mitad a la siembra y la mitad 3 meses después.	22.281
C En algunos suelos se recomienda aplicar S y Zn.	20 kg/ha de S elemental, antes de la siembra y a voleo.	760
	10 kg/ha de Zn como sulfato de Zinc, a la siembra y en banda corta.	3.800

* En los suelos más fértiles de las riberas de los caños o de los corrales antiguos se pueden reducir, y aun eliminar, la fertilización y el encalamiento.

Epoca de siembra

La yuca se puede sembrar en cualquier tiempo del año, con tal que haya suficiente agua en el suelo para su 'germinación' o brotación. Una vez establecida (de 1 a 2 meses después de la siembra), la planta de yuca tolera varios meses sin lluvia; no hay mucha respuesta, en general, a la aplicación de riego durante esta época. La mejor brotación se obtiene al inicio de las lluvias, entre marzo y abril, o al final del invierno entre agosto y octubre. Esta última época de siembra es ventajosa en regiones donde es alta la incidencia de enfermedades porque éstas sólo afectarían el cultivo en la siguiente estación invernal, es decir, cuando la yuca está en la última etapa de su ciclo de crecimiento. Las fechas de la siembra y de la cosecha también dependen del uso que se dará a las raíces; si, por ejemplo, la yuca se seca al sol, la raíz se debe cosechar necesariamente en la época de menor lluvia.

Distancias de siembra

Se puede plantar una población de yuca en cuadros de 80 x 80 cm o de 100 x 100 cm, o en rectángulos donde es mayor la distancia entre surcos y menor la distancia entre plantas. La yuca se puede sembrar también en doble surco, donde las distancias entre plantas son menores en el doble surco y las distancias entre dobles surcos son mayores. En esta distribución el cultivo de yuca es más accesible y se puede sembrar otro cultivo intercalado entre los dobles surcos.

La Figura 7 muestra varias alternativas de distribución de la yuca; cuatro de ellas fueron calculadas para una población de aproximadamente 15.625 plantas/ha y las otras cuatro para una de 10.000 plantas/ha. El Cuadro 8 señala que los rendimientos obtenidos en cada una de estas distribuciones de plantas en Carimagua no fueron

muy diferentes; la población alta rindió ligeramente más que la población baja y se observó que la siembra en cuadro tendía a producir raíces más gruesas y, por consiguiente, más comerciales.

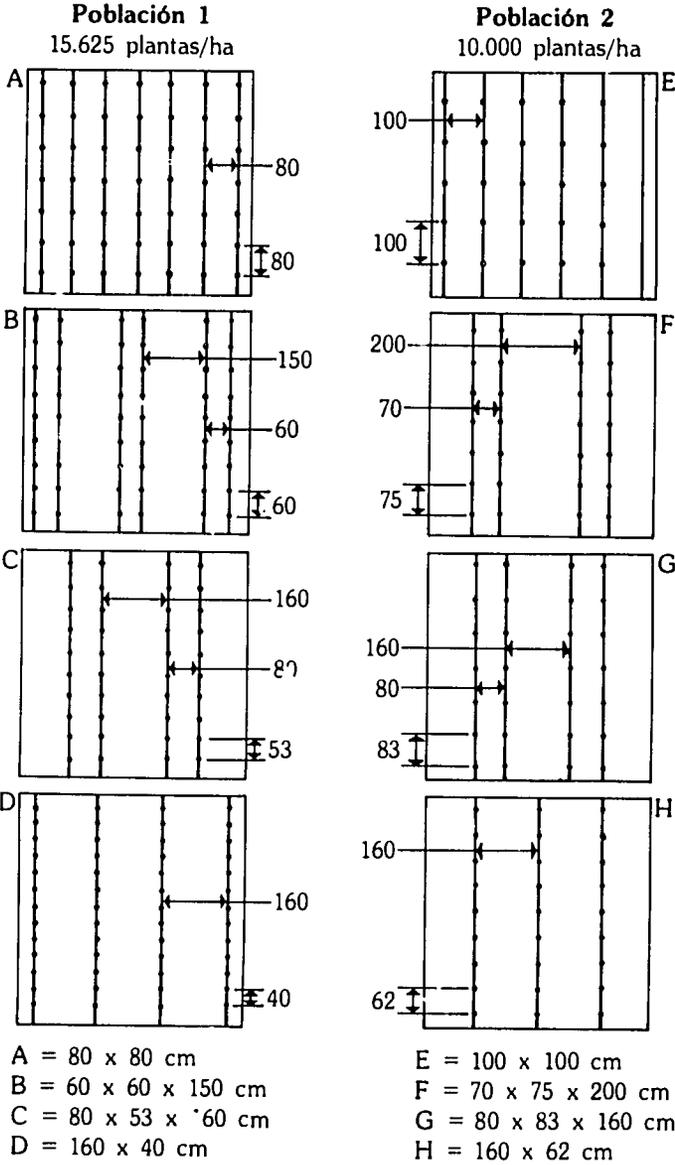


Figura 7. Distribuciones posibles de las plantas de yuca en el campo, calculadas para dos poblaciones de plantas.

Cuadro 8. Rendimientos obtenidos en dos poblaciones de yuca plantadas en diferentes distribuciones, en Carimagua.

Población de yuca (plantas/ha)	Distancia de siembra* (cm)	Rendimiento de raíces (t/ha)
A 15.625	80 x 80	22.4
B 15.873	60 x 60 x 150	21.3
C 15.723	80 x 53 x 160	22.5
D 15.625	160 x 40	21.5
E 10.000	100 x 100	20.9
F 10.000	70 x 75 x 200	20.0
G 10.000	80 x 83 x 160	20.1
H 10.080	160 x 62	22.1

* Ver la Figura 7.

Método de siembra

En general, no hay mucha diferencia en la producción de un cultivo de yuca cuyas estacas se siembran verticales (con la yema hacia arriba), inclinadas u horizontales. Las primeras tienen una brotación más rápida y uniforme, especialmente durante la época de sequía, y dan mejor anclaje a las plantas disminuyendo así su volcamiento. La estaca horizontal, por su parte, facilita la siembra mecánica y la cosecha; en extensiones grandes de terreno la yuca se puede plantar mecánicamente con una sembradora de caña. Las estacas que no 'germinen' se eliminan y en su lugar se deben resembrar estacas más largas 15 a 30 días después de la siembra.

Control de malezas

La yuca es muy susceptible a la competencia de las malezas durante los primeros 3 ó 4 meses de edad. Por

consiguiente, un buen control de malezas es indispensable para obtener buenos rendimientos. El cultivo requiere normalmente dos o tres desyerbas hechas ya sea con azadón o con cultivador y tractor. Sin embargo, para reducir los costos de la mano de obra se recomienda aplicar herbicidas de preemergencia inmediatamente después de la siembra y la fertilización. Se han obtenido buenos resultados con la mezcla de 100 g de Karmex (diurón)¹ y 150 cc de Lazo (alaclor) en bombas de 18 litros, de manera que se aplique el contenido de 17 bombas (300 litros) por hectárea. Tres meses más tarde se pueden aplicar también herbicidas posemergentes; una mezcla recomendable es 180 cc de Gramoxone (paraquat) y 60 cc de Goal (oxifluorfén) por bomba de 18 litros, asperjando 300 litros/ha.

Control de plagas

En el llano adentro, la duración y la intensidad del verano son mayores que en el piedemonte. Durante esa época, de muy escasa precipitación, la yuca es susceptible a ataques de plagas como los ácaros (*Mononychellus tanajoa* y *Tetranychus urticae*), los trips (*Frankliniella williamsi*), el piojo harinoso (*Phenacoccus* spp.) y las chinches de encaje (*Vatiga manihotae*).

Para controlar estas plagas se recomienda principalmente sembrar variedades resistentes. Casi todos los materiales de yuca relacionados en el Cuadro 3 poseen resistencia intermedia a estas plagas. Prácticas culturales, como elegir semilla sana y libre de plagas, y tratar las estacas con insecticidas, ayudan mucho a controlar las plagas. Solamente cuando el cultivo ha sufrido daños muy severos se recomienda hacer una o dos aplicaciones con un insecticida sistémico como el Sistemin o Roxión (dimetoato), con bomba de espalda o de motor, y

1. Los agroquímicos mencionados en este boletín por su nombre comercial son solamente ejemplos y no implican ningún apoyo del CIAT a un fabricante o producto en particular.

en dosis de 2 ó 3 cc/litro de agua. Las aplicaciones de insecticidas al cultivo se deben reducir al mínimo para evitar que mueran los insectos benéficos, tan importantes para el control biológico de muchas plagas de la yuca.

En cualquier época del año, la yuca puede ser atacada también por el gusano cachón (*Erinnyis ello*). Esta plaga defolia por completo un yucal en breve tiempo (Figura 8).



Figura 8. *Ataque grave del gusano cachón (Erinnyis ello), plaga que puede defoliar todo el cultivo en pocos días. Se debe impedir el desarrollo de esta plaga con un buen control biológico.*

El control del gusano cachón comienza con la observación oportuna de las mariposas adultas que ponen sus huevecillos sobre las hojas; cuando aparezcan estas posturas, se puede liberar en el campo la avispa *Trichogramma* spp. que parasita los huevos de *E. ello*. Si ya han salido las larvas, se recomienda hacer una aspersión al cultivo con *Bacillus thuringiensis* (nombre comercial: Dipel). Las avispas *Polistes* sp. también son muy efectivas en el control de esas larvas; se recomienda colocar nidos de *Polistes* en pequeños ranchos o casetas levantados en el campo, de manera que haya un rancho cada 4 hectáreas y 20 nidos por rancho. Solamente cuando las larvas son ya muy grandes se recomienda 'fumigar' el cultivo con Dipterex (diclorfón) en dosis de 3 g/litro de agua; infortunadamente, estas aspersiones también afectan a los enernigos naturales del gusano cachón.

Otra plaga que puede hacer mucho daño a la yuca son las hormigas cortadoras de hojas (*Atta* sp.). Estas hormigas atacan generalmente las plantas jóvenes causándoles una defoliación severa que retrasa su desarrollo normal. El control mas eficaz es aplicar ya sea aldrín en polvo o ya en solución en los nidos u hormigueros, o esparcir Mirex (mirex) granulado en los senderos que conducen a los nidos (Bellotti y Schoonhoven, 1978).

Control de enfermedades

Como se indicó antes (p. 5) el mejor control de las enfermedades es la siembra de variedades resistentes y la selección de la semilla, ya que la aplicación de fungicidas al cultivo es antieconómica. Se recomiendan los fungicidas solamente como tratamiento de las estacas para controlar las enfermedades transmitidas mediante éstas al cultivo. Para reaucir el efecto de las enfermedades en el rendimiento se recomienda sembrar las estacas al final del invierno. Cuando el suelo es pesado y favorece la pudrición de las raíces, se recomienda sembrar sobre caballones y hacer rotaciones con otros cultivos. Cuan-

do sea necesario identificar enfermedades, plagas o problemas nutricionales, se puede consultar a Lozano et al. (1981).

Cosecha

La yuca se cosecha normalmente entre los 8 y los 15 meses después de la siembra. No se debe cosechar en los últimos meses del verano cuando el suelo está muy duro, ni cuando las plantas están rebrotando al comienzo del invierno porque en esta época las raíces tienen poco almidón.

Para cosechar se corta primero el follaje y después se arrancan las raíces manualmente o con la ayuda de una cuchilla subterránea conectada al sistema hidráulico del tractor; el diseño de este implemento se puede solicitar al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) situado en Palmira, Valle². Si se han seguido las recomendaciones hechas en este boletín, se espera obtener rendimientos de 15 a 20 t/ha en la altillanura plana, y de 20 a 25 t/ha en el piedemonte.

Utilización de la yuca

Las raíces de yuca son una fuente de carbohidratos muy importante en la dieta de muchos pueblos; el follaje, en cambio, es rico en proteínas. Tanto aquéllas como éste se pueden consumir y utilizar en diversas formas. El consumo directo de la raíz fresca en la alimentación humana exige que las raíces de las variedades cultivadas con ese fin tengan alto contenido de almidón y bajo contenido de HCN, y un tamaño mínimo para que se consideren 'comerciales'. Además, en diferentes regiones del país la gente manifiesta una fuerte preferencia por raíces de yuca de un color y una textura determinados.

2. Dirección: CIAT, Programa de Yuca - Agronomía, Apartado 6713, Cali, Colombia.

Las raíces frescas de yuca son muy perecederas y deben venderse uno o dos días después de la cosecha. Las raíces permanecen, sin embargo, de una a dos semanas sin deteriorarse (Figura 9) si se tratan con una solución de Mertect (tiabendazol) al 0.4% inmediatamente después de la cosecha y se empacan en bolsas de plástico (CIAT, 1985). Los requisitos de calidad no son tan importantes cuando la yuca se destina a otros usos, como los alimentos balanceados para animales que contienen yuca secada al sol o la harina de yuca que se procesa para panificación (Best, 1979).

Donde hay suficiente agua de buena calidad, se puede extraer almidón de la yuca, que se emplea en la preparación de alimentos de consumo humano o en la fabrica-



Figura 9. Fumigada con un fungicida (tiabendazol), y empacada en bolsas de polietileno, la yuca se conserva sin deteriorarse hasta dos semanas.

ción de papel y textiles. Las raíces y el follaje de la yuca no sólo se usan para alimentos concentrados sino también para la alimentación directa de cerdos y ganado vacuno en forma fresca o en ensilaje. La yuca fresca no debe tener un contenido alto de HCN y la ensilada pierde la mayor parte de esa toxina en el proceso de ensilaje.

Costos de producción

En el Cuadro 9 se analizan los costos aproximados de producción de yuca en la altillanura y en el piedemonte; por hectárea, ese costo es de \$104.570 para la altillanura y de \$87.470 para el piedemonte. Los costos son más bajos en el piedemonte porque allí el abonamiento y el transporte cuestan menos. El costo del transporte depende mucho de la localización del cultivo y de la fertilidad del suelo en que esté plantado: si éste es fértil, menos abonos habrá que transportar para enmendarlo.

Los costos de preparación del suelo, la 'semilla', el enclavamiento y la fertilización se pueden reducir en las siembras consecutivas. Según el uso final que se dé a las raíces de la yuca y el precio que el agricultor reciba por ellas, el cultivo de yuca puede ser altamente rentable, comparado con otras alternativas que ofrece la región.

Si se desea mayor información sobre algún aspecto del cultivo de la yuca, se recomienda consultar el libro *Yuca: investigación, producción y utilización*, publicado y distribuido por el CIAT (ver Referencias).

Cuadro 9. Costos de producción de yuca, por hectárea, en la altillanura y en el piedemonte. Enero 1987.

Item	Costo (\$) en:	
	Altillanura	Piedemonte
Maquinaria		
Arada (3.0 HT)	5.400	5.400
Rastrillada (2.0 HT)	3.600	3.600
Surcada (1.5 HT)	2.700	2.700
Trasporte interno (2.0 HT)	<u>3.120</u>	<u>3.120</u>
Subtotal	14.820	14.820
Mano de obra		
Encalamiento (2 Jor.)	1.700	1.700
Preparación de la 'semilla' (2 Jor.)	1.700	1.700
Siembra (4 Jor.)	3.400	3.400
Fertilización (4 Jor.)	3.400	3.400
Control químico de malezas (2 Jor.)	1.700	1.700
Control manual de malezas (10 Jor.)	8.500	8.500
Control de plagas (4 Jor.)	3.400	3.400
Cosecha (15 Jor.)	<u>12.750</u>	<u>12.750</u>
Subtotal	36.550	36.550
Insumos		
Semillas: 16.000 estacas	8.000	8.000
Cal dolomítica (500 kg)	6.300	6.300
DAP 250 kg + urea 122 kg ^a + KCl 200 kg ^b	28.200	14.100
Trasporte del abono	5.000	2.000
Tratamiento de las estacas	500	500
Sistemin o Roxión (0.6 lt)	800	800
Karmex + Lazo (1.5 kg + 2.5 lt)	<u>4.400</u>	<u>4.400</u>
Subtotal ^c	<u>53.200</u>	<u>36.100</u>
Total	<u>104.570</u>	<u>87.470</u>

a. Se aplica a los tres meses.

b. Se aplica la mitad a la siembra y la otra mitad a los tres meses.

c. Los costos de la cal y de los fertilizantes pueden disminuir en años consecutivos a medida que mejora la fertilidad del suelo. En suelos más fértiles estos costos se pueden reducir y aun eliminar.

HT = horas de tractor; Jor. = jornales; lt = litro.

Referencias

- Best, R. 1979. Secamiento de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 24 p.
- Bellotti, A. y van Schoonhoven, A. 1978. Plagas de la yuca y su control. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 73 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1983. Germoplasma elite de yuca del CIAT. Cali, Colombia. 10 p.
- . 1985. Yuca: investigación, producción y utilización. C. Domínguez (comp.). 2a. ed. CIAT/PNUD, Cali, Colombia. 660 p.
- . 1985. Informe CIAT 1985. Cali, Colombia. p. 44-49.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the U.N.). 1984. Production yearbook. Rome.
- Howeler, R. H.; Calle, F. C.; Salazar, E. 1982. El cultivo de yuca para la altillanura plana de los Llanos Orientales de Colombia. ASIAVA (Asociación de Ingenieros Agrónomos del Valle) 3:13-14.
- Lozano, J. C.; Bellotti, A.; Reyes, J. A.; Howeler, R.; Leihner, D.; Doll, J. 1981. Problemas en el cultivo de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 192 p.
- Toro, J. C. y Atlee, C. B. 1981. Prácticas agronómicas para la producción de yuca; una revisión de la literatura. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 44 p.